

# HODNOCENÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Bakalář** : Jakub BLÁHA

**Téma BP** : Model jednoduchého hydraulického obvodu s rotačním motorem v prostředí SimScape

Cílem práce je vytvoření simulačního modelu jednoduchého hydraulického obvodu, jehož základními prvky jsou proporcionální rozváděč PRM7 a hydromotor MRAK 5 – 40. Simulační model je vytvořen v prostředí Matlab – Simulink – SimScape. Ověření výsledků simulace bylo provedeno v laboratořích KSA.

Bakalářská práce je rozdělena do devíti základních kapitol. Práce obsahuje celkem 61 stran včetně obrázků, grafů, tabulek a 5 stran příloh. Jako první kapitola je uveden úvod práce, kde je nastíněno, co vše je v práci řešeno. Ve druhé kapitole jsou uvedeny cíle práce, což se více méně překrývá s kapitolou první. Třetí kapitola se věnuje popisu Matlabu a jeho toolboxům Simulink a SimScape a je zde na příkladu ukázán rozdíl, mezi vytvářením simulačního schématu v Simulinku a v SimScape. Čtvrtá kapitola je věnována hydraulickým prvkům a jejich statickým charakteristikám, je zde uveden popis proporcionálního rozváděče PRM7 a hydromotoru MRAK 5 a dále způsob řízení rychlosti škrcením pomocí proporcionálního rozváděče. V páté kapitole je sestaveno simulační schéma hydraulického obvodu v SimScapu a nasimulována průtoková charakteristika proporcionálního rozváděče PRM7 a závislost otáček hydromotoru MRAK 5 na zatížení a otevření proporcionálního rozváděče. Šestá kapitola se věnuje měření na hydraulickém obvodu v laboratoři KSA. Byl měřen průtok oleje hydraulickým obvodem pro různé velikosti otevření proporcionálního rozváděče a různé druhy zatížení hydromotoru krouticím momentem od elektromotoru. Dále byly snímány otáčky motoru a tlaky kapaliny na vstupu i výstupu proporcionálního rozváděče. Výsledky z měření jsou zobrazeny v tabulkách a vyneseny do grafů. V kapitole sedmé jsou porovnány výsledky ze simulace a měření. V kapitole osmé jsou shrnuty výsledky bakalářské práce. V kapitole deváté je uveden seznam použité literatury.

## Souhrn připomínek k bakalářské práci

- str. 11 – použité symboly: zkratka  $n_{max}$  značí maximální otáčky a ne jmenovité otáčky, jak je uvedeno v textu, chybí symbol  $V_g$  – což je geometrický objem motoru.
- str. 13 – u proporcionálního rozváděče se měří závislost průtoku ( $Q$ ) na otevření ( $X$ ) a tlakovém spádu ( $\Delta p$ ). Zde je chybně uvedeno, že se měří závislost ( $\Delta p$ ) na ( $Q$ ).
- str. 21 – V textu pod obr. 7 je uvedeno, že grafy ze Simulinku jsou vpravo a ze SimScape vlevo, správně má být uvedeno, že grafy ze Simulinku jsou dole a ze Simscape nahoře.
- str. 22 – v prvním odstavci je chybně napsáno, že rozváděče, jednosměrné ventily, rychlospojky, atd. se používají k regulaci přenášeného výkonu. Na těchto prvcích dochází maximálně ke ztrátě výkonu, což bývá nežádoucí.
- str. 34 – kap. 5.2: V textu je uvedeno, že v hydromotoru se převádí tlaková energie na kinetickou a na hřídeli HM se vytváří určitý krouticí moment. Toto tvrzení není zcela pravdivé, protože krouticí moment na hřídeli HM nám vytváří zátěžný el. motor.
- str. 39 – v tabulce 3 je uvedena špatná velikost viskozity oleje, má být  $\nu = 32[mm^2 \cdot s^{-1}]$ .
- v grafu 2, 3, 4, 5, 6, 7, je zmatek ve značení momentu, v nadpisu je moment označen  $M_t$  a v popisu je moment označen  $M$ , přitom je to jeden a ten samý moment. V grafu 2 je napájecí tlak  $p_p = 100\text{MPa}$ , což je špatně, má tam být tlak  $p_p = 100\text{ bar}$ .
- str. 42 – překlep u  $p_m$  v tabulce 8 u 100% otevření rozváděče, je tlak 3,7 bar, správně tam má být tlak 37 bar.

- str. 44 – V horním odstavci je napsáno, že u zatěžovacího motoru se nastavuje 70% výkonu motoru, což představuje 20 Nm. Správně má být napsáno, že se nastavuje 70% ze jmenovitého momentu motoru (28,4 Nm), což představuje těch cca 20 Nm.
- str. 47 – na obr. 31 je špatně zakreslena schématická značka hydromotoru HM (toto je značka pro obousměrný hydrogenerátor) a též je špatně zakreslena značka pro proporcionální rozváděč, správně má být dvojité čáry u schématické značky, aby se rozlišilo, zda jde o normální rozváděč nebo o proporcionální rozváděč.
- str. 50 – el. motor Yaskawa má výkon 4,8 kW, ne 15kW, jak je uvedeno v textu.
- str. 52 – ve vzorci (9) je špatně označený geometrický objem motoru, je zde uvedeno  $v_0$ , správně má být  $V_0$ .
- str. 54 – popis tabulky 14 neodpovídá obsahu tabulky. V popisu tabulky je uvedeno, že napájecí tlak byl 100 bar, ale v tabulce už je uvedeno, že napájecí tlak je 65 bar.

Přehlednost práce by zvýšilo, kdyby došlo ke sjednocení značení stejných veličin stejně, např. geometrický objem je jednou značen  $V_0$  a dále pak zase  $V_g$ .

Uvedené připomínky vyplívají z toho, že se student nedostatečně věnoval problematice hydraulických prvků a pochopením jejich činnosti. Student byl na chyby a připomínky upozorňován, ale zřejmě z časových důvodů se je nepodařilo všechny korektně zapracovat. Vytvořená simulační schémata a nasimulované průběhy lze považovat za správné. Předložená práce splňuje zadání.

Konstatuji, že práce splňuje podmínky pro udělení akademického titulu bakalář, a proto ji doporučuji k obhajobě.

K práci nemám žádné doplňující dotazy.

V Liberci 15. 8. 2016



Ing. Martin Lachman, Ph.D.  
Vedoucí BP

TUL, FS, Katedra výrobních systémů a automatizace

## Návrh hodnocení bakalářské práce

Bakalářskou práci na téma: **Model jednoduchého hydraulického obvodu s rotačním motorem v prostředí SimScape**

kterou předložil **pan Jakub Bláha**

hodnotím známkou **velmi dobře**

V Liberci 15. 8. 2016



Ing. Martin Lachman, Ph.D.

Vedoucí BP

TUL, FS, Katedra výrobních systémů a automatizace